

## СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ИССЫК-КУЛЯ НА ТОКСИЧНЫЕ ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ

*К. Урманбетов, Ж.Ж. Жеенбаев, Г.Ж. Доржуева, Р.А. Таштанов*  
Институт физики НАН Кыргызской Республики  
720071, Бишкек, Чуйский проспект, 265<sup>а</sup>

Поступила в редакцию 1 марта 2001 г.

Представлены результаты определения шести микроэлементов в прибрежных водах озера Иссык-Куль. Показано неодинаковое распределение их по прибрежной зоне. Указаны возможные причины увеличения концентрации токсичных металлов в некоторых точках.

**Урманбетов Карыбай** - кандидат физико-математических наук, зав. лабораторией атомной спектроскопии Института физики Национальной академии наук Кыргызской Республики.

Область научных интересов: атомно-эмиссионный анализ разнообразных объектов и физика низкотемпературной плазмы.

Автор 75 печатных работ, 4 авторских свидетельств.

**Жеенбаев Жаныбек Жеенбаевич** - президент Национальной академии наук Кыргызской Республики, доктор физико-математических наук, академик Национальной академии наук Кыргызской Республики, заслуженный деятель науки КР.

Область научных интересов: оптика, физика низкотемпературной плазмы и применение ее в различных областях науки и техники.

Автор 255 печатных работ, 9 монографий, 33 авторских свидетельств.

**Доржуева Гулбара Жусупбаевна** - младший научный сотрудник лаборатории атомной спектроскопии Института физики Национальной академии наук Кыргызской Республики.

Область научных интересов: атомно-эмиссионная спектроскопия.

Автор 6 печатных работ.

**Таштанов Рустам Абдырасулович** - младший научный сотрудник лаборатории атомной спектроскопии Института физики Национальной академии наук Кыргызской Республики.

Область научных интересов: эмиссионная спектроскопия и применение плазматронов для анализа природных веществ.

Автор 7 печатных работ.

Развитие физических методов анализа позволяет эффективно применять их для высокоточного определения химических элементов в биосферных объектах. Метод атомно-эмиссионной спектроскопии с применением двухструйного плазматрона привлекает внимание аналитиков, т.к. с его помощью можно анализировать порошковые и жидкие пробы [1-3]. Высокая температура, малая скорость аналитической зоны потока плазмы способствуют интенсивному термическому воздействию на вводимые мелкодисперсные материалы и обеспечивают полноту их испаре-

ния в струе, тем самым позволяя определять широкий круг элементов с более высокой точностью и низким пределом обнаружения [4].

Иссык-Куль является одним из красивейших высокогорных озер мира и отличается от других крупных высокогорных озер однородностью в распределении ионно-солевого состава воды по акватории и глубине [5].

В работе [5] подробно изучена гидрохимия макроэлементов самого озера и впадающих в него рек. При различных величинах минерализации в центральной и прибрежных зонах, заливах всю-

ду из катионов в эквивалентном выражении преобладают  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$ , из анионов -  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{HCO}_3^-$ . Поэтому основной химический тип озерной воды  $\text{Cl} - \text{SO}_4 - \text{HCO}_3 - \text{Na} - \text{Mg} - \text{Ca}$  не изменяется.

Иссык-Куль относится к солоноватым озерам. В химическом составе его воды сульфаты преобладают над хлоридами, что является особенностью континентального происхождения солевого состава этого озера, питаемого высокогорными реками. В связи с этим особый интерес представляют подробные исследования микроэлементного состава воды прибрежной зоны, заливов и затонов озера, отличающихся различной минерализацией в зависимости от степени разбавления речными водами. Это очень важно, так как накопление токсичных тяжелых металлов может привести к непредсказуемому катастрофическому воздействию на животный мир озера.

Микроэлементный состав оз. Иссык-Куль, по данным литературы, за последние годы не подвергался ни химическому, ни спектральному анализам. Поэтому представляет интерес определить загрязненность воды озера тяжелыми токсичными металлами.

**Пробоотбор и пробоподготовка.** Для изучения распределения микроэлементного состава воды, особенно токсичных тяжелых металлов в прибрежных зонах озера, нами в период с 20 по 23 августа 1998 г. были отобраны пробы воды и на месте подкислены азотной кислотой. Пробы транспортировались в Бишкек, в Институт физики НАН КР. Пункты отбора 10 проб показаны на рисунке.



Пункты отбора проб воды озера Иссык-Куль

Пробы, отобранные из озера, отфильтровывали, и 1 л воды медленно выпаривали в песчаной ванне до сухого остатка. Полученные в фарфоровых тиглях сухие остатки подсушивали и прокаливали в муфельной печи при температуре  $450^\circ\text{C}$  в течение двух часов, затем взвешивали на аналитических весах; масса соответствующих проб составила (г): 1 - 6.19, 2 - 6.395, 3 - 6.027, 4 - 1.674, 5 - 4.175, 6 - 3.400, 7 - 4.859, 8 - 5.545, 9 - 5.568, 10 - 5.515. Различие масс сухого остатка говорит

о том, что в различных точках прибрежных зон озера степень минерализации зависит от разбавления речными водами.

Полученные сухие остатки измельчали в агатовой ступке и смешивали с угольным порошком марки ОСЧ-8-4 в соотношении 1:2.

**Условия анализа.** Анализ сухого остатка проводили на установке "Нур" (дуговой двухструйный плазматрон) при фиксированном режиме её работы. Ток дуги 80 А, расход рабочего газа 3.5 л/мин, транспортирующего - 0.6 л/мин. При этом режиме работы установки оптимальный участок струи плазмы (высота наблюдения  $H = 14\text{ мм}$ ) проектировался на щель спектрографа ДФС-13 с разрешением 4 А/мм, ширина щели 15 мкм, револьверная диафрагма 5. Спектры регистрировали на фотопластинке ПФС-0.1 с чувствительностью 6 ед. ГОСТ при экспозиции 30 с.

### Результаты и обсуждение

Качественный эмиссионный спектральный анализ сухого остатка показал наличие:

- макроэлементов (Al, Ca, K, Mg, Na, Si, Sr) и
- микроэлементов (B, Be, Bi, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Pb, Se, Ti, V, Zn, Zr, Y).

Для дальнейшего количественного определения выбраны Zn, Pb, Cr, Cu, Bi, Mn. На основании качественного анализа для составления искусственных образцов сравнения подобраны соответствующие концентрации макроэлементов, входящих в основу сухого остатка. Основы приготовления из оксидов магния, кальция, алюминия, кремния и соли натрия в соотношении 4.5:4.5:1:1:2.5. Синтетические головные образцы сравнения приготовлены введением в основу по 1 % цинка, свинца, хрома, меди, висмута и марганца. Последующие образцы сравнения готовились последовательным разбавлением данного образца до концентрации  $1 \cdot 10^{-5}\%$  определяемых элементов. Готовые образцы сравнения смешивали с угольным порошком в соотношении 1:2. По этим синтетическим образцам сравнения были построены градуированные графики в координатах  $\Delta S = f(\lg C)$ . Результаты первых анализов воды озера представлены в таблице. Величина относительного стандартного отклонения для указанных элементов составляет 0.04-0.12.

Из таблицы видно, что концентрации всех определяемых элементов существенно меняются в водах прибрежной зоны. Особенно сильные вариации наблюдаются для концентрации марганца. Наибольшие концентрации примесей наблюдаются в точках, близко расположенных к промышленным объектам (Каджи-Сай (т. 3), где впа-

дает в озеро маленький ручеек: Каракольская пристань (т. 5), где ранее был завод). Заметное повышение содержания Cu, Bi, Mn, Pb и Zn в т. 6 может быть результатом антропогенного влияния.

так как там близко расположены дачи. Более детальное изучение распределения всех токсичных металлов в прибрежных водах озера требует средств, которыми мы не располагаем.

Содержание микроэлементов в воде оз. Иссык-Куль, мг/л

Точка отбора проб (см. рис.)	Определяемые элементы					
	Mn	Pb	Bi	Zn	Cr	Cu
1	0,18	0,037	0,12	0,49	0,001	0,0024
2	0,035	0,025	0,0083	0,064	0,0013	0,0033
3	3,6	0,12	0,01	0,36	0,004	0,0066
4	0,084	0,033	0,0033	0,1	0,002	0,0018
5	0,25	0,021	0,0046	0,25	0,0031	0,0012
6	0,3	0,1	0,017	0,2	0,0012	0,0078
7	0,039	0,044	0,014	0,048	0,0015	0,0042
8	0,033	0,016	0,0083	0,05	0,002	0,0015
9	0,030	0,024	0,0092	0,09	0,0014	0,0026
10	0,0061	0,038	0,011	0,11	0,0016	0,0045

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атомно-эмиссионный спектральный анализ порошков с использованием дугового двухструйного плазматрона / А.С. Черевко, И.Г. Юделевич, В.П. Попова, А.П. Тагильцев // ЖАХ. 1988. Т.43, № 3. С.426-434.
2. Плазменная установка для спектрального анализа и перспективы его использования/ Ж.Ж.Жеенбаев, К.У.Урманбетов, А.Чылымов и др. // Тез. докл. III региональной конференции "Аналитика Сибири – 90". Ч. I. Методы анализа. Иркутск, 1990. С.51-52.
3. Атомно-эмиссионный спектральный анализ природных вод на установке "Нур" / К.Урманбетов, Ж.Ж.Жеенбаев, Г.Ж.Доржуева, Р.А.Таштанов // Изв. НАН КР. 1998. № 4. С.27-32.
4. Урманбетов К., Жеенбаев Ж.Ж., Таштанов Р.А. Прямое спектральное определение тяжелых токсичных металлов в почвах // Аналитика и контроль. 2000. Т.4, № 4. С.380-385.
5. Кадыров В.К. Гидрохимия озера Иссык-Куль и его бассейна. Фрунзе: Илим, 1986. 212 с.

\* \* \* \* \*